Beiträge

zur

krystallographischen Kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon.

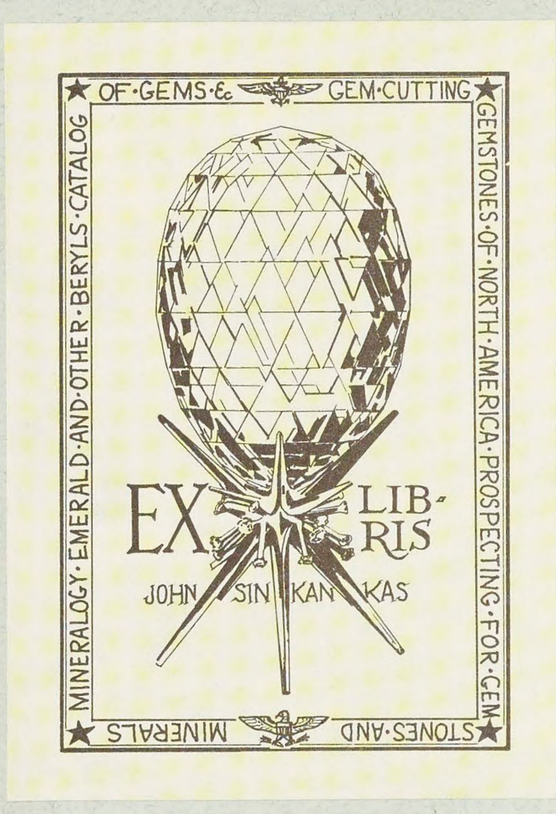
Von

A. Liffa.

Mit einer Tafel.

(Sonderabdruck aus: »Zeitschrift für Krystallographie etc.« XXXVI. Band, 6. Heft.)

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1902.



OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

Chrisoberyl

Liffa, Aurel

Beiträge zur krystallographischen kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon.

I. Zeit Kryst. 1902,36:606-616

XXXV. Beiträge zur krystallographischen Kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon[1]).

Von

Aurel Liffa in Budapest.

(Hierzu Taf. XVIII.)

Das ungarische Nationalmuseum gelangte in neuerer Zeit in den Besitz mehrerer Chrysoberylle von Ceylon, die sowohl durch ihre vorzügliche Beschaffenheit, als auch durch den ausserordentlich schönen Glanz ihrer Flächen verdienen, zum Gegenstande eingehenden Studiums gemacht zu werden. Herr Prof. Dr. J. A. Krenner hatte die Freundlichkeit, mit der krystallographischen Untersuchung dieses werthvollen Materials mich zu betrauen, über deren Ergebnisse ich in Folgendem berichte.

Mit ausschliesslich Ceyloner Chrysoberyllen befassten sich bisher nur vier Forscher: Bauer[2]), dessen einziger Krystall trotz seiner abgeriebenen Ecken und Kanten zur krystallographischen Untersuchung doch geeignet war; G. Melczer[3]), der nebst Exemplaren von Brasilien und Takowaja auch solche von Ceylon beschrieb; und endlich Goldschmidt und Preiswerk[4]), die ebenfalls nur einen herzförmigen Zwillingskrystall beschrieben haben. Uebrigens wurde die Geschichte des Chrysoberylls und die diesbezügliche Literatur, die der Seltenheit des Minerals halber nicht sehr gross ist, zum Theil von G. Melczer l. c. zusammengestellt.

Die Zahl der von mir untersuchten Krystalle beträgt fünf, davon sind drei einfache und zwei Zwillinge, sie übertreffen aber vielleicht das gesammte Material von Ceylon an Vollkommenheit.

Diese Krystalle sind, wie der grösste Theil der von Ceylon bisher beschriebenen Chrysoberylle, schwefelgelb; ihre Grösse schwankt zwischen

---

1) Aus dem »Természetrajzi Füzetek« 1902, **25** vom Verf. mitgetheilt.

2) N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1897, **2**, 106. Ref. diese Zeitschr. **31**, 621.

3) Diese Zeitschr. **33**, 240 und Mathem. és természettud. értesitö **18**, 305.

4) Diese Zeitschr. **33**, 455.

0,5—0,8 cm (Taf. XVIII, Fig. 2, 5, 6), doch sind tafelförmige, respective prismatische Individuen vorhanden, die grösser als 1,0 cm sind (Fig. 1, 3). Ihre Breite, wie ihre Dicke beträgt 0,3—0,5 cm.

Die Flächen zeigen meistens Diamantglanz und geben überaus scharfe Reflexe. Hier und da kommen wohl Flächen vor, wie dies auch Bauer's Untersuchungen erwiesen, die abgerieben sind und demzufolge einen von den vorherigen abweichenden Fettglanz besitzen. Trotzdem bieten sie aber noch immerhin ziemlich scharf abgegrenzte Reflexe. Dies war hauptsächlich auf mancher, der Zone des Brachydomas angehörigen Fläche zu beobachten, nur höchst selten unter den Pyramiden.

Am schönsten glänzen die Flächen der Prismenzone; Ausnahme bilden nur die von $a\{100\}$, an anderen Exemplaren die von $b\{010\}$, welche beide Pinakoide, wie ja beim Chrysoberyll allgemein bekannt, parallel mit der Zone des Prismas gerieft zu sein pflegen. Diese Riefung ist auf den einfachen Krystallen seltener, auf den Zwilligen aber, auf denen überdies manchmal auch die Flächen der Prismenzone mit der Verticalaxe parallel fein gerieft sind, häufig.

Von den an dem Chrysoberyll bisher beobachteten 31 Formen[1], in die auch das Doma $\varrho\{031\}$, das bisher nur als Zwillingsebene bekannt, eingerechnet ist, fand ich an den von mir untersuchten Exemplaren von Ceylon folgende:

Pinakoide:	$a\{100\}$	$\infty\bar{P}\infty$	Pyramiden: $o\{111\}$	P
	$b\{010\}$	$\infty\breve{P}\infty$	$n\{121\}$	$2\breve{P}2$
	$c\{001\}$	$0P$	$*\pi\{131\}$	$3\breve{P}3$
Prismen:	$l\{210\}$	$\infty\bar{P}2$	$*\eta\{113\}$	$\frac{1}{3}P$
	$m\{110\}$	∞P	$w\{122\}$	$\breve{P}2$
	$s\{120\}$	$\infty\breve{P}2$	$*\tau\{277\}$	$\breve{P}\frac{7}{2}$
	$r\{130\}$	$\infty\breve{P}3$	$*Q\{142\}$	$2\breve{P}4$
	$q\{140\}$	$\infty\breve{P}4$	$*\psi\{11.20.20\}$	$\breve{P}\frac{20}{11}$
Brachydomen:	$i\{011\}$	$\breve{P}\infty$	$*\omega\{7.10.8\}$	$\frac{5}{4}\breve{P}\frac{10}{7}$
	$k\{021\}$	$2\breve{P}\infty$	$*\varphi\{1.18.9\}$	$2\breve{P}18$
Makrodoma:	$x\{101\}$	$\bar{P}\infty$		

Aus dieser Reihe geht hervor, dass unter den in neuerer Zeit von G. Melczer[2] und Goldschmidt und Preiswerk[3] entdeckten Formen $l\{210\}$, $q\{140\}$ und $\{142\}$ ebenfalls vorhanden sind. Letztere Form bezeichnete Goldschmidt mit q, da diesen Buchstaben G. Melczer jedoch schon für die Bezeichnung der Form $\{140\}$ gebrauchte und ich mich sowohl

---

1) V. Goldschmidt, Index der Krystallformen d. Mineral. 1886, 441 und diese Zeitschr. **33**, 455.

2) l. c.

3) l. c.

in der Aufstellung, als auch der Bezeichnung an das Handbuch Dana's[1]) hielt, bezeichne ich diese Form Goldschmidt's, um Irrthümern auszuweichen, mit *Q*. Die mit * bezeichneten sind überhaupt neue Formen des Chrysoberylls, die beiden letzten sind jedoch, da sie nur einmal vorhanden und mangelhaft ausgebildet, weniger sicher. Die Zahl der Formen ist somit, die beiden letzten nicht gerechnet, auf 35 gestiegen.

Jeder einzelne Krystall des untersuchten Materials besitzt einen anderen Charakter, so dass die einfachen sowohl, als auch die Zwillinge je einem anderen Typus entsprechen.

Der erste Krystall (Fig. 1) ist durch die vorwiegende Entwickelung des Brachypinakoides *b* {010}, nach welchem er tafelförmig ist, charakterisirt; überdies zeigt sich eine durch die mit dem Prisma *r* {130} wiederholt abwechselnde Ausbildung dieses Pinakoids hervorgerufene Riefung. Das Makropinakoid *a* {100} erscheint nur als schmaler Streifen, ist jedoch ebenso, wie das vorherige, sehr glänzend und zeigt keine Spur von Riefung. Das basische Pinakoid *c* {001} ist zwar grösser, ebenfalls ungerieft, aber weniger glänzend. Die Prismenflächen stehen als schmale, sehr glänzende Streifen dicht aneinander, unter denselben kommen auch die von G. Melczer entdeckten Prismen *s* {210} und *q* {140} vor.

Unter den Domen sind zumeist *i* {011} und *k* {021} mit etwas rauhen Flächen entwickelt. Das Makrodoma *x* {101} sammt den zur selben Zone gehörigen Pyramiden *o* {111} und *n* {121} ist, abweichend von G. Melczer's Beobachtungen, von starkem Glanze und scharfem Reflexe.

An diesem Krystalle ist ausser den erwähnten Formen in den Zonen [111, 010] und [021, $\bar{1}11$] eine, scharfe Reflexe bietende Pyramidenfläche vorhanden, deren Kanten etwas abgerieben sind. Ihr Index konnte, da sie in zwei Zonen messbar war, direct aus dem Zonenverhältnisse bestimmt werden. Diese Form, deren Symbol

$$\pi\,\{131\}$$

ist, erwies sich für den Chrysoberyll als neue; ich erhielt für dieselbe folgende Winkelwerthe:

	Gemessen:	Berechnet:
(131) : (101) =	47° 39½′	47° 40′ 58″
(131) : (111)	27 33¼	27 34 28
(131) : ($\bar{1}$11)	83 2	83 0 26

Der Grösse nach geordnet sind die beobachteten Formen folgende:

b k i s r o x c n π m l q a.

Den zweiten Krystall (Fig. 2) charakterisirt die kräftige Ausbildung des Brachypinakoids *b* {010} und Brachydomas *i* {011}; nach letzterer Form

[1]) E. S. Dana, System of Mineralogy 1892, p. 229.

erscheint er gedehnt und prismatisch ausgebildet. Bisher war ein ähnlicher Chrysoberyll nicht nur von Ceylon, sondern auch von anderen Fundorten nicht bekannt.

Als gut reflectirende, glänzende Flächen treten hervor: die Pyramide *o*{111} und die Prismen *r*{130}, *s*{120}. Weniger gut ist das Prisma *m*{110} und das Makropinakoid *a*{100}, welch' letzteres der Verticalaxe parallel fein gerieft ist; schwächer ist die Riefung auf dem Brachypinakoid *b*{010}. Die Flächen des Brachydomas *i*{011} sind dermassen abgewetzt, dass ihre Reflexe kaum in Betracht gezogen werden können. Das basische Pinakoid *c*{001} und das an dem vorhergehendem Krystalle vorhandene Makrodoma *x*{101} konnte ich an diesem Exemplare nicht beobachten.

Der Krystall ist der Grösse nach aus folgenden Formen aufgebaut:

b i a o r s m.

Der dritte Krystall (Fig. 3) weicht durch seine gedrungen prismatische Form von den bisherigen, tafelförmig resp. domatisch ausgebildeten ab und wird durch die kräftig entwickelte Zone der Prismen und die der Brachydomen, überdies durch die augenfällige Grösse des basischen Pinakoids *c*{001} charakterisirt.

Am glänzendsten sind die Flächen der Prismenzone, das Makrodoma *x*{101} und die Pyramiden *o*{111}, *n*{121}, *Q*{142}, während die Zone der Brachydomen, mit Ausnahme des Brachypinakoids *b*{010}, rauh ist. Am stärksten ist dies auf *k*{021}, weniger auf *i*{011}, am mindesten auf *c*{001} zu beobachten. Diese Flächen ergeben aber trotzdem, obzwar schwächere, aber immerhin scharf begrenzte Reflexe.

Am breitesten ist das Brachypinakoid *b*{010}, das aber in Folge seiner mit der Verticalaxe parallel laufenden Riefung keine guten Reflexe giebt. Auf dem Makropinakoid *a*{100} hingegen zeigt sich, von den bisherigen abweichend, nicht die Spur einer Riefung. Dasselbe tritt mit den Prismenflächen *s*{120} und *m*{110} in ziemlich gleicher Breite auf, während *r*{130} am schmälsten ist.

Die Formen dieses Krystalles sind, ihrer Grösse nach geordnet, folgende:

b o s n m i c r k x Q r.

Letztere ist eine neue Form des Chrysoberylls. Die Pyramidenfläche *Q*{142}, die ich in den Zonen [120, $\bar{1}11$] und [$\bar{1}00$, $\bar{1}21$] als glänzenden dünnen Streifen dreimal beobachtete, hat auch Goldschmidt[1]) an seinem Exemplare von Ceylon vorgefunden, ich vertauschte nur aus dem bereits erwähnten Grunde das Zeichen. Die Werthe Goldschmidt's stimmen mit den meinigen, wie der Vergleich zeigt, gut überein:

1) l. c.

		Gemessen:	Berechnet:
Goldschmidt:	(142) : (100) =	67° 38′	68° 3′
Liffa:	(142) : (100)	68 4½	68 3 19″

Die Pyramide τ {277} war als ein dünner, lebhaft reflectirender Streifen nur in der Zone [111, 011] messbar, weshalb ich den diesbezüglichen Index mit einem Controlfehler von 0° 3′ 41″ nur mittelst der Tautozonalitätsformel zu berechnen vermochte. Eigentlich war diese Form dreimal zu beobachten, doch an zwei Stellen war sie dermassen rauh, dass ihre Reflexe bloss annähernde Werthe ergaben.

Für diese Form erhielt ich folgende Winkelwerthe:

	Gemessen:	Berechnet:
(277) : (011) =	16° 54′	17° 1′ 41″
(277) : (111)	29 56½	29 52 49
(277) : (100)	73 2	72 58 19

Ausser den aufgezählten Formen waren mit schmalen, schlecht reflectirenden Flächen auch noch einige andere Formen vorhanden. So in der Zone [142, 111] eine schmale Pyramidenfläche, die aber einen so schwachen und blassen Reflex ergiebt, dass der Winkel nicht genau bestimmt werden konnte. Das den gemessenen Winkeln nächststehende Symbol ist {7.10.8}. Eine zweite, etwas glänzendere, kleine Fläche beobachtete ich in der Zone [142, 021], deren Symbol annähernd {1.18.9} ist. Beide Formen reihte ich, in Folge der grossen Differenz zwischen gemessenen und berechneten Winkelwerthen, unter die weniger sicheren. Es ergaben sich nämlich folgende Resultate:

	Gemessen:	Berechnet:
(100) : (1.18.9) =	84° 40¼′	84° 54′ 7″
(120) : (7.10.8)	100 35	100 4 59

Dieser Krystall ist der grösste und zugleich unter den einfachen der an Flächen reichste, trotzdem die Flächen nur an einem Ende ausgebildet sind.

Fassen wir nun die, an diesen drei von einander abweichenden, je einen anderen Charakter aufweisenden, einfachen Krystallen angestellten Beobachtungen zusammen, so ergeben sich als gemeinsamer Charakter die rauhen Brachydomen und die überaus glänzenden Prismen.

Um die gegenseitige Neigung der Formen an den besprochenen einfachen Krystallen und den noch zu beschreibenden Zwillingen übersichtlich zu machen, gebe ich in folgender Tabelle die gemessenen Winkelwerthe, indem ich denselben die berechneten gegenüber stellte. Grundwerthe der Berechnung sind:

$$(111) : (\bar{1}11) = 93^{\circ} 49'$$
$$(111) : (1\bar{1}1) \quad 40\ 13$$

Daraus ergab sich folgendes Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}47078 : 1 : 0{,}58235$$

das mit jenem von G. Melczer[1] vollkommen übereinstimmt.

Gemessene Winkel		Gemessen	Kr.[2]	n_1[3]	n_2[4]	$\pm d$	Berechnet
$a:x$	(100) : (101)	$38^0 58\frac{1}{4}'$	2	9	1	$1\frac{1}{4}'$	$38^0 57' 10''$
o	: (111)	43 $5\frac{1}{4}$	2	12	3	$1\frac{1}{2}$	43 5 30
l	: (210)	13 $8\frac{1}{2}$	1	1	1	—	13 14 44
m	: (110)	25 $13\frac{1}{2}$	2	5	2	$2\frac{1}{2}$	25 12 36
s	: (120)	43 $15\frac{1}{2}$	3	6	2	$1\frac{1}{4}$	43 16 33
r	: (130)	54 $41\frac{1}{2}$	4	5	3	2	54 41 39
q	: (140)	62 $2\frac{1}{2}$	1	2	1	$\frac{1}{2}$	62 1 43
b	: (010)	90 $2\frac{1}{2}$	3	2	5	1	90 0 0
$b:k$	(010) : (021)	40 39	4	4	2	1	40 38 58
i	: (011)	59 $47\frac{1}{2}$	5	6	—	$1\frac{1}{4}$	59 47 9
c	: (001)	90 0	2	2	3	2	90 0 0
$x:o$	(101) : (111)	20 $6\frac{1}{4}$	4	16	8	$1\frac{3}{4}$	20 6 30
n	: (121)	36 $11\frac{3}{4}$	4	12	4	$1\frac{3}{4}$	36 12 44
b	: (010)	89 $59\frac{3}{4}$	4	8	2	$2\frac{1}{2}$	90 0 0
c	: (001)	51 $2\frac{1}{4}$	2	6	—	$1\frac{1}{4}$	51 2 50
$w:i$	(122) : (011)	28 $5\frac{1}{2}$	1	2	—	$\frac{1}{2}$	28 7 23
o	: (111)	18 $48\frac{1}{4}$	1	2	—	$1\frac{1}{4}$	18 47 7
$\pi:b$	(131) : (010)	42 $20\frac{1}{2}$	1	1	—	—	42 19 2
k	: (021)	33 12	1	1	—	—	33 12 14
$Q:Q$	(142) : ($\bar{1}$42)	43 $58\frac{1}{2}$	1	1	—	—	43 53 22
n	: (121)	16 56	1	3	—	$3\frac{1}{4}$	16 55 2
o	: (111)	29 $26\frac{1}{2}$	1	1	—	—	29 21 26
k	: (021)	21 $57\frac{1}{4}$	1	3	—	$2\frac{3}{4}$	21 56 41
s	: ($\bar{1}$20)	77 $45\frac{1}{2}$	1	1	—	—	77 51 37
a	: (100)	68 $4\frac{1}{4}$	1	2	—	$2\frac{3}{4}$	68 3 19
$\eta:o$	(113) : (111)	29 $22\frac{3}{4}$	1	2	—	$4\frac{1}{4}$	29 19 3
x	: (101)	30 22	1	1	—	—	30 14 52
o	: ($\bar{1}$11)	70 $53\frac{1}{2}$	1	1	—	—	71 5 57
η	: ($\bar{1}\bar{1}$3)	48 54	1	1	—	—	49 0 0
$\tau:o$	(277) : ($\bar{1}$11)	63 $48\frac{1}{2}$	1	1	—	—	63 52 30
a	: ($\bar{1}$00)	106 54	1	1	—	—	107 1 41
$\psi:a$	(11.20.20) : (100)	59 $33\frac{3}{4}$	1	2	—	$1\frac{3}{4}$	59 32 52
o	: (111)	16 $25\frac{3}{4}$	1	2	—	$1\frac{1}{4}$	16 27 22
i	: (011)	30 $27\frac{1}{4}$	1	2	—	$1\frac{3}{4}$	30 27 8
ψ	: ($\bar{1}\bar{1}$.20.20)	60 $54\frac{1}{2}$	1	1	—	—	60 54 16
$\omega:o$	(7.10.8) : (111)	6 37 ca.	1	1	—	—	7 1 57
Q	: (142)	22 $49\frac{1}{2}$ ca.	1	1	—	—	22 19 29
a	: (100)	49 $42\frac{1}{4}$ ca.	1	1	—	—	50 7 27
$\varphi:Q$	(1.18.9) : (142)	16 39 ca.	1	1	—	—	16 49 31
n	: (121)	33 32 ca.	1	1	—	—	33 45 50
k	: (021)	5 21 ca.	1	1	—	—	5 7 10

1) l. c.

2) Kr. = Zahl der Krystalle, an welchen die Winkel gemessen wurden.

3) n_1 = Zahl der bei der Bildung der arithmetischen Mittelwerthe in Betracht gezogenen Kantenwinkel.

4) n_2 = Zahl der bei der Bildung der arithmetischen Mittelwerthe nicht in Betracht genommenen Kantenwinkel.

Das Schwanken der Grenzwerthe bei den gemessenen Winkeln ist, wie das aus den in Rubrik $\pm d$ angeführten arithmetischen Mitteln der Mittelwerthdifferenzen der gemessenen Winkel ersichtlich ist, nicht gross.

Die noch zu besprechenden Zwillingskrystalle verdienen schon deshalb Interesse, da ähnliche Exemplare von Ceylon noch nicht bekannt sind. G. Melczer stellt in seiner Mittheilung zwar einige Zwillinge dar, die aber, wie wir sehen werden, hinter den hier zu beschreibenden weit zurückstehen. Zufolge ihrer vollkommenen Ausbildung und ihres Flächenreichthumes stehen sie den von Sanarka (Gouvern. Orenburg) beschriebenen, schön schwefelgelben Krystallen Kokscharow's[1]) am nächsten, nur sind sie nicht zweifache, herzförmige, sondern vier- resp. fünffache Viellinge.

Der Krystall Nr. 4 (Fig. 5 mit vertical aufgestellter Zwillingsebene) besitzt eine durch Verwachsung von vier Individuen entstandene X-Form. Er wird durch die herrschende Entwickelung des den vier Individuen gemeinsamen Makropinakoids $a\{100\}$ charakterisirt, nach welchem der Krystall tafelförmig ausgebildet ist. Das Makropinakoid $a\{100\}$, wie auch das Brachypinakoid $b\{010\}$, ist parallel der Verticalaxe gerieft, so dass beide eine ganze Reihe von Reflexen liefern. Am meisten gerieft sind die Prismenflächen $m\{110\}$ und $s\{120\}$.

Die grössten und zugleich die schärfsten Reflexe gebenden Flächen sind die von $o\{111\}$, die an der Zwillingsgrenze durch ebenfalls ausgezeichnet spiegelnde $n\{121\}$-Flächen unterbrochen sind. Letztere sind stellenweise ausgebrochen und die Bruchflächen parallel mit den Polkanten der Pyramiden gerieft. Sehr gut reflectirende Flächen sind ferner die der Domen $x\{101\}$, $i\{011\}$ und $k\{021\}$, die, mit Ausnahme der an die Zwillingsgrenze anstossenden Flächen $o:\underline{o}$ und $n:\underline{n}$, an beiden Enden des Krystalles beinahe in gleichem Maasse entwickelt sind.

Die den Krystall bildenden Formen sind ihrer Grösse nach aufgezählt folgende:

$$a\ b\ o\ n\ m\ s\ i\ k\ x\ \eta.$$

Letztere, in den Zonen $[\bar{1}\bar{1}1, 101]$ und $[\bar{1}11, 1\bar{1}\bar{1}]$ liegende, ist am Chrysoberyll vollkommen neu. Sie kommt an diesem Krystalle insgesammt achtmal vor, und zwar an zwei Individuen mit je drei, an einem dritten mit zwei Flächen.

Für diese Form fand ich, ausser den angeführten, noch folgenden Winkelwerth:

	Gemessen:	Berechnet:
$(113):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	$78^{0}12\frac{1}{2}'$	$78^{0}19'3''$

Wie aus den verglichenen Winkelwerthen hervorgeht, erwies sich dieselbe überall als eine sehr glänzende und überaus gut reflectirende Fläche.

---

1) N. v. Kokscharow, Materialien zur Min. Russlands 5, 113.

Eine Verwachsung von ähnlicher Form beobachtete Cathrein[1]) an mehreren Alexandriten von Takowaja. Er bezeichnet dieselben als Penetrationszwillinge, wofür er als Beweis den Umstand anführt, dass die Prismenflächen des einen Individuums an beiden Enden vorne und hinten weit vor das andere übergreifen. Als Folge dieses übergreifenden Fortwachsens hält er jene auf dem vorspringenden Individuum auftretende Rinne, in welche das andere Individuum mit seinen Prismenflächen unter einem Winkel von 60° hineinragt.

An dem von mir untersuchten Krystalle ist weder das übergreifende Fortwachsen, noch die Rinne zu beobachten, da sich die Individuen, wie auf der Abbildung ersichtlich, gleichmässig in der Mitte treffen und durch eine scharfe Zwillingsnaht getrennt sind. Ueberdies weicht dieser Ceyloner Zwilling von Cathrein's Takowajaer Zwillingskrystallen durch die grosse Anzahl und den ausgezeichneten Glanz seiner Flächen, wie auch die symmetrische Anordnung seiner Individuen ab.

Der fünfte Krystall (Fig. 6) besteht ursprünglich aus fünf, annähernd gleich grossen, rings herum angeordneten Individuen und hat grosse Aehnlichkeit mit Kokscharow's[2]) sternförmigem Alexandrit aus Takowaja. Während dieser jedoch vollkommen die Form einer hexagonalen Pyramide besitzt, kann das vom vorliegenden Krystalle zufolge des Vorhandenseins der Brachydomen $i\{011\}$ und $k\{021\}$ nicht behauptet werden. Als wesentlicher Unterschied tritt ausser den erwähnten Formen noch das basische Pinakoid $c\{001\}$ hervor, welches an Kokscharow's Exemplaren von Takowaja fehlt.

Als herrschende Form tritt auch hier das gemeinsame Makropinakoid $a\{100\}$ auf, das zufolge seiner mit der Verticalaxe parallelen Riefung eine ganze Reihe von Bildern reflectirte. Viel grössere, jedoch die Messung nicht im Geringsten störende Riefen (3—4 an der Zahl) weist manches Makrodoma $x\{101\}$ auf. Die Riefen sind, wie aus der goniometrischen Untersuchung hervorging, durch die mit der Pyramide $o\{111\}$ combinirte abwechselnde Wiederholung entstanden. Die übrigen Flächen geben ausnahmslos sehr scharfe Reflexe. Unter denselben sind die der Pyramide $o\{111\}$ und des Makrodomas $x\{101\}$ an erster Stelle zu nennen, die beinahe in gleichem Maasse zur Ausbildung gelangten. Beinahe an jedem Individuum tritt als schmaler, aber scharf reflectirender Streifen die Pyramide $n\{121\}$ auf, während $w\{122\}$ mit je einer Fläche nur an zwei Individuen vorhanden ist. Ueberaus scharfe Reflexe liefert hier im Gegensatze zu den einfachen Krystallen auch die Zone der Brachydomen mit den Flächen $c\{001\}$,

1) Diese Zeitschr. 6, 257.

2) N. v. Kokscharow, Materialien z. Min. Russlands (Atlas) Taf. LXIII, Fig. 1. Ebenda 4, 57.

$i\{011\}$ und $k\{021\}$, die an drei Individuen herrschend, an einem jedoch untergeordnet ausgebildet sind.

Die Reihenfolge der Formen nach deren Grösse ist:

$$a\ o\ x\ k\ i\ c\ b\ w\ n\ \psi,$$

worunter die letztere, welche an einem Individuum als schmaler, ziemlich gute Reflexe gebender Streifen zweimal zu beobachten war, neu ist. Sie liegt sehr nahe der Pyramide $w\{122\}$; werden jedoch die in Dana's[1]) Handbuch enthaltenen Werthe der gegenseitigen Neigung von $w\{122\}$ zu $o\{111\}$ mit der von $\psi\{11.20.20\}$ zu $o\{111\}$ verglichen:

$$(122):(111) = 18^0 46' 30''$$
$$(11.20.20):(111) \quad 16\ 26\ 15,$$

so geht daraus hervor, dass die Neigung dieser neuen Form zu $o\{111\}$, wie das auch aus der Projection (Fig. 4) ersichtlich ist, um $2^0 20' 15''$ von der Neigung von $w\{122\}$ zu derselben Form abweicht. In der Fig. 6 wurde diese Form ihrer hohen Indices wegen nicht dargestellt.

Cathrein[2]) beschreibt auch einen Drilling des Alexandrites von Takowaja, den er für die Wiederholung der durch Juxtaposition entstandenen, herzförmigen Zwillingsbildung hält, der aber auch die Rinne der durch Penetration entstandenen Zwillinge aufweist. Diese Rinne konnte ich hier ebensowenig beobachten, wie im vorigen Falle.

Betrachten wir nunmehr das Zwillingsgesetz der beiden letzteren Krystalle, so taucht die Frage auf, ob dieselben Juxtapositions- oder Penetrationszwillinge sind. Für die Lösung der Frage war der vorhergehende Krystall (Fig. 5) sehr geeignet, indem an demselben ausser den, der Zwillingsgrenze zunächst liegenden Zwillingswinkeln auch noch andere einspringende Winkel messbar waren, welche für das Zwillingsgesetz jeden Zweifel ausschliessend und entscheidend sind.

Diese Zwillingswinkel werden von den Flächen b, o, n, x der Individuen I und V, beziehungsweise II und IV gebildet, die im Falle einer Penetration an beiden Seiten von gleicher Grösse sein müssten. Nachdem aber diese Zwillingswinkel, wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich, an den beiden Seiten verschieden sind,

		Gemessen:	Berechnet:
$n_{II} : n_{IV}'$	$= (121):(\underline{\mathit{1\bar{2}1}})$	$= 16^0 12'$	$15^0 55' 34''$
$n_I' : n_V$	$= (1\bar{2}1):(\underline{\mathit{121}})$	$17\ 21\frac{1}{2}$	$17\ 47\ 12$
$o_{II} : o_{IV}'$	$= (111):(\underline{\mathit{1\bar{1}1}})$	$39\ 17\frac{3}{4}$	$39\ 10\ 14$
$o_I' : o_V$	$= (1\bar{1}1):(\underline{\mathit{111}})$	$40\ 34\frac{1}{2}$	$40\ 41\ \ 8$
$b_{II} : b_{IV}'$	$= (010):(\underline{\mathit{0\bar{1}0}})$	60 15 ca.	$60\ 48\ \ 8$

1) l. c.

2) Diese Zeitschr. **6**, 261.

		Gemessen:	Berechnet:
$b_I' : b_V$	$= (0\bar{1}0) : (\underline{010})$	$= 58^0 39'$ ca.	$58^0 23' 44''$
$x_{II} : x_{IV}$	$= (101) : (\underline{101})$	—	65 40 20
$x_I : x_V$	$= (101) : (\underline{101})$	66 37	66 34 10

ist der Krystall offenbar ein Juxtapositionszwilling. Dies wird ausserdem noch durch die Thatsache erhärtet, dass das gemeinsame Makropinakoid $a\{100\}$ mit den Flächen $[x\,x]$ des Makrodomas zweier gegenüberliegender Individuen nicht eine Zone bildet, was in dem Falle einer Penetration sich unbedingt zeigen müsste.

Zu einem vollkommen gleichen Resultate, wie der eben besprochene, führte bezüglich des Zwillingsgesetzes auch der letzte Krystall (Fig. 6), indem an demselben die Flächenpaare $o : \underline{o}$ nur einspringende Winkel bilden, während dieselben bei Penetration vier einspringende und zwei ausspringende Winkel ergeben müssten. Die Vertheilung dieser Winkel wäre nämlich im letzteren Falle folgende: zwei gleich grosse einspringende, ein ausspringender; abermals zwei gleich grosse einspringende und wieder ein ausspringender. Im Falle der Juxtaposition hingegen ergeben die Flächenpaare $o : \underline{o}$ fünf nach einander folgende einspringende Winkel von gleicher Grösse und nur einen, aber bedeutend grösseren ausspringenden.

Letzterer Fall ist an meinem Krystalle zu beobachten, wo die Flächenpaare $o : \underline{o}$ dreimal nach einander gleich grosse einspringende Winkel bilden. Würde es sich aber um eine Penetration handeln, so müsste unter drei auf einander folgenden Winkeln, nach welcher Richtung immer wir auch dieselben untersuchen, stets ein ausspringender vorkommen.

Ein weiterer Beweis dafür liegt in der Thatsache, dass die Flächenpaare $o : \underline{o}$ zweier gegenüber liegender Individuen, ähnlich dem vorher geschilderten Krystalle, auf der einen Seite einen grösseren, an der anderen hingegen einen kleineren Winkel einschliessen. Schliesslich spricht für eine Juxtaposition auch jene Beobachtung, dass die Flächen cx von zwei einander gegenüber befindlichen Individuen mit dem gemeinsamen Makropinakoid $a\{100\}$ nicht in eine Zone fallen.

Nachdem den obigen Thatsachen entsprechend die Flächenpaare $o : \underline{o}$ mit Cathrein's und Melczer's Beobachtungen übereinstimmend nirgends in einer Ebene liegen, kann die Zwillingsebene nicht $i\{011\}$, sondern, wie dies auch aus der Berechnung resultirt, nur $\varrho\{031\}\,3\breve{P}\infty$ sein.

Es ergiebt sich also aus obigen Erörterungen, dass die Chrysoberyllviellinge von Ceylon, wie dies Melczer in Ermangelung anderer Daten nur aus der Richtung der Zwillingsriefung auf dem Makropinakoid $a\{100\}$ zu schliessen vermochte, Juxtapositionszwillinge nach dem Brachydoma $\varrho\{031\}$ sind.

Für die einspringenden Winkel fand ich ausser den bereits angegebenen noch folgende Werthe:

		Gemessen:	Berechnet:
$n : \underline{n}'$ =	$(121):(\underline{1\bar{2}1})$ =	$30^0\ 5\frac{1}{2}'$	$30^0 12' 30''$
$o : \underline{o}'$ =	$(111):(\underline{1\bar{1}1})$	$0\ 34\frac{1}{4}$	$0\ 34\ \ 0$
$i : \underline{i}'$ =	$(011):(\underline{0\bar{1}1})$	$0\ 48\frac{1}{2}$	$0\ 49\ 46$
$i : \underline{k}'$ =	$(011):(\underline{0\bar{2}1})$	$19\ 54\frac{1}{2}$	$19\ 57\ 49$
$c : \underline{k}'$ =	$(001):(\underline{0\bar{2}1})$	$10\ 15$	$10\ 14\ 15$
$c : \underline{i}'$ =	$(001):(\underline{0\bar{1}1})$	$29\ 22$	$29\ 23\ \ 5$
$k : \underline{k}'$ =	$(021):(\underline{0\bar{2}1})$	$38\ 35\frac{1}{2}$	$39\ \ 5\ 48$

Wenn ich zum Schlusse noch erwähne, dass ich die Construction der Zwillingskrystalle nach der Darstellungsmethode von S. Jolles[1]), die sich sehr gut bewährte, bei einer Drehung von 10⁰ und Kippung von ebenfalls 10⁰ vollführte, erübrigt mir nur noch die angenehme Pflicht, Herrn Dr. A. v. Semsey für das kostbare Material, dessen einen Theil er dem ungarischen Nationalmuseum schenkte, und Herrn Prof. Dr. J. A. Krenner, meinem verehrten gewesenen Chef, für die allbekannte Freundlichkeit, mit welcher er mir dasselbe zum Studium überliess und mich mit seinen kostbaren Rathschlägen in meiner Arbeit unterstützte, meinen besten Dank auszudrücken.

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der königl. ung. Universität in Budapest.)

1) S. Jolles, Orthogonale Projection krystallographischer Axensysteme. Diese Zeitschr. 1893, **22**, 1.

Fig. 1.

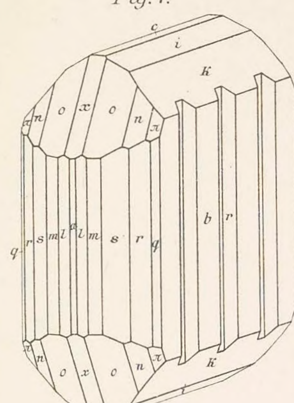


Fig. 2.

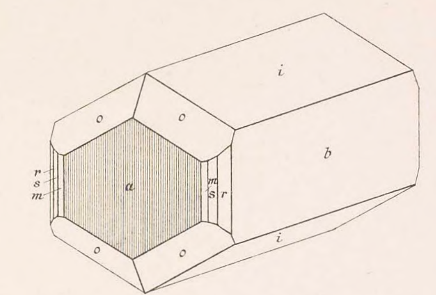


Fig. 3.

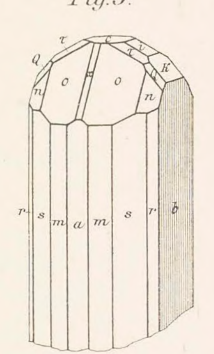


Fig. 4.

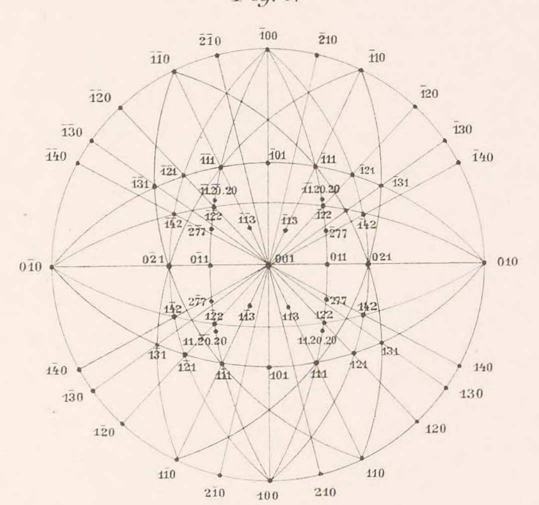


Fig. 5.

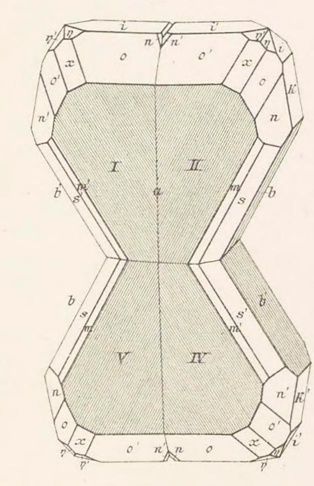
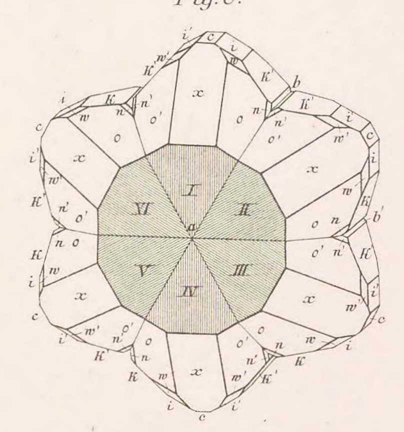


Fig. 6.



Aut. del. Lith. Hubert Köhler München.

